

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RESPUESTAS FISIOLÓGICAS Y DE COMPORTAMIENTO DE
VAQUILLONAS CRUZAS BONSMARA-HEREFORD Y HEREFORD PURAS
EN PASTOREO DE CAMPO NATURAL EN VERANO**

por

**Ana Claudia GUILLENEA GOLOVANEVSKY
Silvina Noel ORDEIX MENDINA**

**TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2014**

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. PhD Ana C. Espasandín

Ing. Agr. Celmira Saravia

Ing. Agr. Paula Batista

Fecha: 5 de diciembre de 2014

Autor: -----

Ana C. Guillenea Golovanevsky

Silvina N. Ordeix Mendina

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres y hermanos por brindarnos todo su apoyo a lo largo de nuestra formación, muchas gracias por darnos esta posibilidad.

A nuestros amigos y familiares por estar siempre con nosotros.

Nuestro especial reconocimiento a la Ing. Agr. Ana Espasandin por el constante apoyo en estos últimos años y por enriquecer nuestra formación. Gracias por todo.

A las Ingenieras Agrónomas Paula Batista y Celmira Saravia por su cooperación y disposición a lo largo de este trabajo.

Al personal de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni por brindarnos su ayuda durante el trabajo de campo.

A todos aquellos de alguna u otra forma colaboraron con la realización de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ESCENARIO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN GANADERA EN URUGUAY	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.2.1. <u>Objetivos generales</u>	2
1.2.2. <u>Objetivos específicos</u>	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. PROBLEMÁTICA DE ESTRÉS TÉRMICO EN GANADO DE CARNE EN URUGUAY	3
2.2. COMPORTAMIENTO ANIMAL EN PASTOREO	6
2.3. RESPUESTAS DEL GANADO BOVINO A CONDICIONES DE ESTRÉS CLIMÁTICO.....	7
2.4. RECURSOS GENÉTICOS Y COMPORTAMIENTO PASTORIL	9
2.4.1. <u>Genotipos y adaptación</u>	11
2.5. HIPÓTESIS.....	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	13
3.2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL.....	13
3.3. DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO	13

3.3.1. <u>Comportamiento en pastoreo</u>	14
3.3.2. <u>Variables fisiológicas</u>	14
3.3.3. <u>Caracterización del ambiente</u>	15
3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	15
4. <u>RESULTADOS</u>	17
4.1. SITUACIÓN CLIMÁTICA	17
4.2. CARACTERÍSTICAS DE COMPORTAMIENTO	18
4.3. RESPUESTAS FISIOLÓGICAS.....	22
5. <u>DISCUSIÓN</u>	25
6. <u>CONCLUSIONES</u>	27
7. <u>RESUMEN</u>	28
8. <u>SUMMARY</u>	29
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	30

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Temperaturas críticas para bovinos de carne	4
2. Composición del forraje en base seca	14
3. Análisis estadístico del tiempo diario destinado a la actividad pastoreo (minutos)	19
4. Análisis estadístico del tiempo diario dedicado a la rumia	19
5. Medias del efecto momento (minutos)	19
6. Análisis estadístico del tiempo diario dedicado al descanso	20
7. Tiempo dedicado al descanso	20
8. Análisis estadísticos de tiempo de permanencia a la sombra	21
9. Medias de tiempo de permanencia a la sombra	21
10. Análisis estadístico de tiempo de permanencia al sol	21
11. Tiempo de permanencia al sol	22
12. Análisis de varianza de frecuencia respiratoria	22
13. Frecuencia respiratoria de las vaquillonas según genotipo	23
14. Frecuencia respiratoria de las vaquillonas según momento del día	23
15. Frecuencia respiratoria de las vaquillonas en la Interacción genotipo x hora	23
16. Análisis de varianza de temperatura rectal	24
17. Medias de características fisiológicas para el momento entrada	24
18. Medias de características fisiológicas para el momento salida	24

Figura No.

1. Esquema de presentación de las zonas de supervivencia, bienestar y homotermia en relación a las condiciones ambientales de los rumiantes	4
2. Ilustración de las zonas adecuadas para razas nativas y exóticas de ganado	9
3. Comparación de los hábitos de pastoreo de los vacuno en diferentes condiciones climatológicas	10
4. Evolución de temperatura y humedad relativa durante el período experimental	17
5. Evolución del ITH durante el período experimental	18

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ESCENARIO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN GANADERA EN URUGUAY

El sector pecuario es un rubro de gran importancia en la economía del Uruguay, contribuyendo en 48,5% al PBI nacional (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2013). Un 58% es explicado por la producción de ganado bovino. A su vez este rubro ocupa una superficie 12,8 millones de hectáreas (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2013). Esta producción se realiza a cielo abierto determinando que los animales se enfrenten a condiciones climáticas adversas, lo que afecta el comportamiento y la productividad del ganado bovino concretamente a causa de la temperatura y humedad del aire, evaporación, precipitación, radiación y viento, que en su conjunto condicionan en forma directa el balance térmico (Roca, 2011) e indirectamente los alimentos. Esta situación se puede contrarrestar mediante el uso de la información disponible y la correcta manera de direccionar una explotación, que incluya la genética animal y medidas de manejo adecuadas.

Un cambio desfavorable en el ambiente provoca consecuentemente un estrés a nivel fisiológico y de comportamiento, repercutiendo en la producción y el bienestar animal (Beede y Collier, 1986). Una forma de cuantificar el efecto del ambiente meteorológico sobre la productividad animal, son los índices biometeorológicos, como el Índice de Temperatura y Humedad (ITH), (Thom, 1959) Se ha estudiado en el Norte del país que se presenta con mayor frecuencia este escenario donde el ITH supera el nivel crítico de bienestar para bovinos durante gran parte del verano (Cruz y Saravia, 2008).

En base a la situación actual del país se plantea la alternativa de utilizar nuevos recursos genéticos con la finalidad de disminuir los efectos negativos del estrés térmico que entre otras cosas determinas la baja productividad de los rodeos. Por este motivo ha sido introducida en la región la raza Bonsmara que se destaca por su rusticidad, tolerancia a altas temperaturas, mayor resistencia a parásitos y altas tasas de fertilidad (Espasandín et al., 2011).

El estudio se enfoca en la evaluación y comparación de respuestas fisiológicas y de comportamiento de vaquillonas de sobreño Hereford puras con sus cruzas con Bonsmara durante el verano y en pastoreo de campo natural.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivos generales

Estudiar diferentes respuestas de vaquillonas de sobreaño cruzas Bonsmara-Hereford y Hereford puras como indicadores de adaptabilidad en los sistemas productivos de la región norte del Uruguay.

1.2.2. Objetivos específicos

Estudiar la evolución de la actividad de pastoreo a lo largo del día de vaquillonas de sobreaño cruzas Bonsmara-Hereford y Hereford puras.

Estudiar relaciones entre variables meteorológicas y respuestas fisiológicas de vaquillonas de sobreaño cruzas Bonsmara-Hereford y Hereford puras.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. PROBLEMÁTICA DE ESTRÉS TÉRMICO EN GANADO DE CARNE EN URUGUAY

En Uruguay se registra durante el período estival un marcado descenso de la producción de carne con relación al desempeño logrado en primavera (Simeone, 2000). Esta disminución se debe a la pérdida de calidad de la pastura por una menor tasa de crecimiento asociada a una pérdida de valor nutritivo, sumado a condiciones climáticas desfavorables. Esto se ve reflejado en una reducción del performance a animal, medido por un menor consumo voluntario y un incremento del costo energético para mantenimiento asociado a la termorregulación, afectando negativamente el balance energético del animal (NRC 2000, SCA 2007).

Hahn et al. (2003) definieron los factores físico-ambientales que afectan al ganado y corresponden a una compleja interacción de temperatura del aire, humedad relativa, radiación, velocidad del viento, precipitación, presión atmosférica, luz ultravioleta y polvo. Para una mejor comprensión se presenta una breve descripción de los tres factores más importantes, siendo éstos temperatura ambiental, humedad relativa y radiación.

La temperatura del aire es la variable más utilizada como indicador de estrés. Por esta razón, se definió el concepto de zona termoneutral que refleja el rango de temperatura ambiente efectiva de confort para el ganado. Es un estado constante de temperatura corporal que puede ser mantenida sin necesidades de ajustes fisiológicos o de comportamiento (Khalifa, 2003).

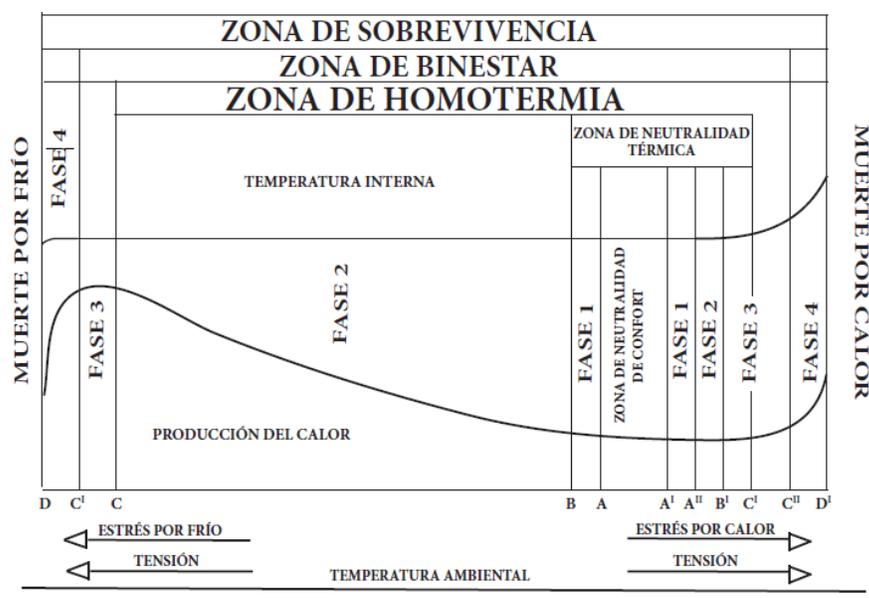


Figura No.1. Esquema de presentación de las zonas de supervivencia, bienestar y homotermia en relación a las condiciones ambientales de los rumiantes (Silanikove, 2000).

La Figura No.1 representa un esquema de la relación entre la temperatura del aire, la temperatura corporal y la supervivencia del animal. La zona de confort es la óptima de bienestar térmico dado que la salud animal es adecuada y la proporción de crecimiento y producción son máximas.

En el siguiente cuadro se observan las temperaturas críticas para bovinos de carne según su origen.

Cuadro No.1. Temperaturas críticas máximas y mínimas (Tc) para bovinos

	Bos taurus	Bos indicus
Tc mínima	-10	12
Tc máxima	25	27

Fuente: Bianca (1972)

En el Cuadro No.1 se muestran las temperaturas por encima (Tc máxima) y por debajo (Tc mínimas) de las cuales el animal comienza a utilizar los mecanismos termorregulatorios para mantener la homotermia. Se observa una diferencia mucho más

marcada en *Bos taurus*, que tolera un rango más amplio de temperaturas. Estos umbrales pueden verse modificados por alta humedad, alta radiación y bajas velocidades del viento.

Gaughan y Tait (2005) detectaron una disminución en el consumo de materia seca en tratamientos que evaluaron ganado de carne en condiciones de estrés por calor. Estos cambios en el desempeño productivo y de comportamiento en los animales se deben al intercambio de calor y el balance energético del animal, que son fuertemente influenciados por la temperatura del aire (Hahn et al., 2003).

Si la temperatura del aire se encuentra dentro de la zona termoneutral los animales realizan el 90% de la actividad de pastoreo durante las horas de luz, con temperaturas inferiores los mismos limitan el pastoreo durante la noche incrementando el pastoreo durante la tarde. Temperaturas superiores a las de confort determinan una reducción del pastoreo durante los momentos de mayor radiación solar compensando el consumo durante la noche (Harris et al., 2002).

Los principales efectos de la humedad relativa se asocian a una reducción de la efectividad en la disipación de calor por sudoración y respiración (Blackshaw y Blackshaw, 1994) ya que la tasa de evaporación depende del gradiente de presión de vapor existente entre el animal y el medioambiente que lo rodea. Richards (1973) observó que a temperaturas mayores a 30°C, la humedad relativa comienza a asumir un rol importante en los procesos evaporativos. En estas condiciones el gradiente de presión no es suficiente para asegurar una adecuada evaporación.

La radiación solar (directa e indirecta) es considerada como uno de los factores que más afectan el balance térmico del ganado (NRC, 1981). También se ha demostrado que la radiación solar tiene un impacto directo en la frecuencia respiratoria y temperatura rectal (Brosh et al., 1998).

Para caracterizar la frecuencia y duración de situaciones en las cuales los animales se encuentran expuestos a estrés térmico Thom (1959) propone un índice de temperatura y humedad (ITH). El ITH se estima con la siguiente ecuación: $ITH = (1,8 Ta + 32) - (0,55 - 0,55 HR/100)(1,8 Ta - 26)$ donde “Ta” es la temperatura del aire medida en °C y “HR” es la humedad del aire en porcentaje. Este índice se ha construido para ganado lechero ya que se considera particularmente sensible al estrés por calor. El valor crítico para esta situación obtenido por Johnson et al. (1961) es de 72. Cabe destacar que existen otros valores de ITH para ganado de carne que no han sido utilizados en este trabajo. A partir de la información climática mensual se determinaron

que las localidades del país que presentaron ITH mayores a 72 en el mes de enero fueron las ubicadas al norte del río Negro y en el mes de febrero la zona se desplazó aún más al norte del país. Cuando los valores de ITH se encuentran entre 74 – 78 indican alerta y es donde la productividad comienza a disminuir, entre 78 - 82 indica peligro y, valores de ITH mayores a 82 son situaciones de emergencia durante las cuales los animales pueden morir (du Preez et al., 1990). Para localidades ubicadas al Norte de nuestro país las situaciones de alerta fueron de entre 55 y 65% y los valores considerados de peligro y emergencia presentaron frecuencias superiores al 20% y al 6% para enero en Salto y Artigas respectivamente. En el mes de enero, la probabilidad de que cada día el ITH promedio diario fuera mayor a 72 resultó superior a 80% en Artigas y Salto, 65% en Rivera, Paysandú, Paso de los Toros y Melo 50%. El número de horas promedio con valores de ITH superiores a 72 abarcó más del 75% de la fase diurna y más del 45% de la nocturna, lo que reveló la baja duración del tiempo de recuperación. Esto repercute en el animal a través de cambios en respuestas fisiológicas y de comportamiento (Cruz y Saravia, 2008).

2.2. COMPORTAMIENTO ANIMAL EN PASTOREO

Los vacunos en pastoreo muestran un patrón básico de comportamiento que se caracteriza por la alternancia, durante el día de pastoreo, descanso e interacciones sociales. Los vacunos para carne pastorean entre 7 y 12 horas por día, incluyendo la búsqueda y consumo de forraje. En climas templados, la mayoría de las sesiones de pastoreo ocurren durante la tarde presentando generalmente mayor intensidad y duración. Mediante el empleo de la memoria espacial los rumiantes establecen sitios de preferencia de alimentación, maximizando el consumo, minimizando el esfuerzo de desplazamiento y manteniendo el balance térmico (Scarlatto y Soca, 2012).

La conducta de rumiantes a pastoreo puede variar según distintos factores ambientales externos bióticos y abióticos, así como factores internos del animal, determinando cambios tanto en la duración y distribución de las distintas actividades durante el día, como en el uso de los sitios del ambiente (Bailey et al., 1996). La necesidad de los animales de mantener su temperatura corporal dentro de la zona termo-neutral (15 a 25°C) según NRC (2000), puede modificar tanto el patrón temporal de conducta, como su distribución en el tiempo. Cuando la temperatura del ambiente se encuentra en la zona termo-neutral, alrededor del 90% del pastoreo ocurre durante las horas de luz

2.3. RESPUESTAS DEL GANADO BOVINO A CONDICIONES DE ESTRÉS CALÓRICO

El término estrés es utilizado para indicar una condición medioambiental que es adversa al bienestar animal. La única forma de medir la magnitud del estrés es a través de la respuesta animal (Stott, 1981).

Existe una estrecha relación entre la complejidad de los procesos físicos y químicos del cuerpo de los animales y el entorno que los rodea (Richards, 1973). De esta forma, la fisiología, el comportamiento y la salud del ganado son marcadamente influenciados por el medioambiente en que vive, que puede afectar de forma importante el desempeño económico del mismo (Balling, 1980). Hay ciertas ocasiones en las que los animales sufren estrés como consecuencia de oscilaciones de temperatura o por combinaciones de factores negativos a los cuales son sometidos. Para sobrellevar estos períodos desfavorables los animales realizan modificaciones fisiológicas y de comportamiento. Así, en la mayoría de los casos esta respuesta se manifiesta en cambios en los requerimientos de nutrientes, siendo el agua y la energía los más afectados cuando el ganado se encuentra fuera de la zona termo-neutral (Conrad, 1985). Las estrategias de aclimatación del animal son entonces cambios directos en el consumo diario de materia seca y el consumo diario de agua ya que ambos se relacionan con el balance térmico del ganado e impactan la regulación de la temperatura corporal (Finch, 1986). Estas estrategias adoptadas por el animal para enfrentar el período de estrés, provocan una disminución en el desempeño productivo.

Cuando los animales se encuentran sometidos a ambientes con altas temperaturas experimentan una serie de cambios hormonales, en los patrones de alimentación, fisiológicos y de comportamiento.

La temperatura rectal es un indicador del balance térmico y puede ser usado para evaluar la adversidad del medio ambiente calórico (Johnson, 1987). Diversas investigaciones sugieren que altas temperaturas decrecen la actividad de la glándula tiroidea, la cual produce hormonas que influyen en diferentes procesos celulares. En particular la termogénesis, que representa cerca del 50% de la tasa metabólica basal en animales en condiciones normales (Habeeb et al., 1992). Las concentraciones de estas hormonas en el plasma sanguíneo disminuyen 25% en ganado bajo condiciones de estrés por calor (Magdub et al., 1982). También se observó que la secreción de cortisol estimula

ajustes fisiológicos que permiten al animal tolerar el estrés causado por un calor excesivo (Christison y Johnson, 1972).

En cuanto a los patrones de alimentación, el ganado disminuye el consumo de materia seca cuando es expuesto a cortos períodos de calor (Nienaber et al., 2003). En este sentido, NRC (1981) destaca una relación inversa entre temperatura ambiental y consumo voluntario de alimento en bovinos de carne.

Las condiciones ambientales afectan directamente la demanda de energía para mantenimiento, así como también para la activación de algunas respuestas fisiológicas y de comportamiento animal necesarias para sobrellevar las condiciones adversas (NRC, 1981). La reducción en el consumo de materia seca del animal durante el período estival es un intento por balancear sus demandas energéticas con su capacidad de perder calor. Esta reducción en el consumo es la mayor influencia en la disminución de la productividad del ganado (West et al., 2003).

Los animales modifican su comportamiento para evitar los efectos del exceso de calor. Bajo condiciones de temperaturas elevadas los animales humedecen la superficie de su cuerpo con saliva o secreciones de su nariz, comportamiento que afecta el intercambio de calor entre el animal y el ambiente (Hafez, 1968). Cuando los mecanismos de aclimatación son insuficiente se produce como resultado un balance negativo entre la energía disipada y el calor producido por el animal (St-Pierre et al., 2003). Como consecuencia el vacuno disminuye el consumo de materia seca para que la fermentación ruminal y digestión generen menos calor destinando más energía al restablecimiento de la homeotermia aumentando la tasa metabólica (SCA, 2007). Esto genera un cambio en la conducta de pastoreo, disminuyendo el tiempo dedicado al consumo de alimentos y por ende a la búsqueda del mismo, reduciendo la actividad muscular.

También se observan cambios fisiológicos como temperatura corporal, frecuencia respiratoria, pulso, sudoración y vasodilatación. El aumento en la frecuencia respiratoria tiene como objetivo aumentar la pérdida de calor por las vías respiratorias y es uno de los métodos más importantes para mantener el balance térmico durante el verano. Por lo tanto, la frecuencia respiratoria es uno de los mecanismos más importantes a considerar al momento de evaluar el nivel de estrés por calor del ganado, ya que es una de las principales respuestas fácilmente observables en el animal cuando se encuentra expuesto a temperaturas sobre su umbral de confort (Gaughan et al., 2000). Se estima que por encima de 25°C comienza a registrarse un incremento en la frecuencia respiratoria, sin embargo es

una respuesta individual, que varía según la raza y el estado fisiológico de cada animal (Gaughan et al., 1999). Según Thomas y Pearson (1986) la severidad del estrés en bovinos se puede medir de acuerdo a la frecuencia respiratoria. Un rango de frecuencia respiratoria de 40 a 60; 60 a 80; 80 a 120; y > a 150 respiraciones por minuto (r.p.m.) indican severidad del estrés baja, media-alta, alta y muy severa respectivamente.

2.4. RECURSOS GENÉTICOS Y COMPORTAMIENTO PASTORIL

Como consecuencia de las características hereditarias, las distintas razas presentan diferentes respuestas frente a estímulos ambientales. Dentro de una misma raza estas diferencias se relacionan con características anatómo-fisiológicas que ocurren a causa de la selección natural. Conociendo la reacción de los animales a diferentes condiciones meteorológicas y su capacidad de adaptabilidad el productor cuenta con la herramienta adecuada para seleccionar los animales más aptos.

En la Figura No.2 se muestran las zonas apropiadas para las distintas razas de ganado según su origen en base a las características de humedad y temperatura de cada lugar según Bonsma (1940).

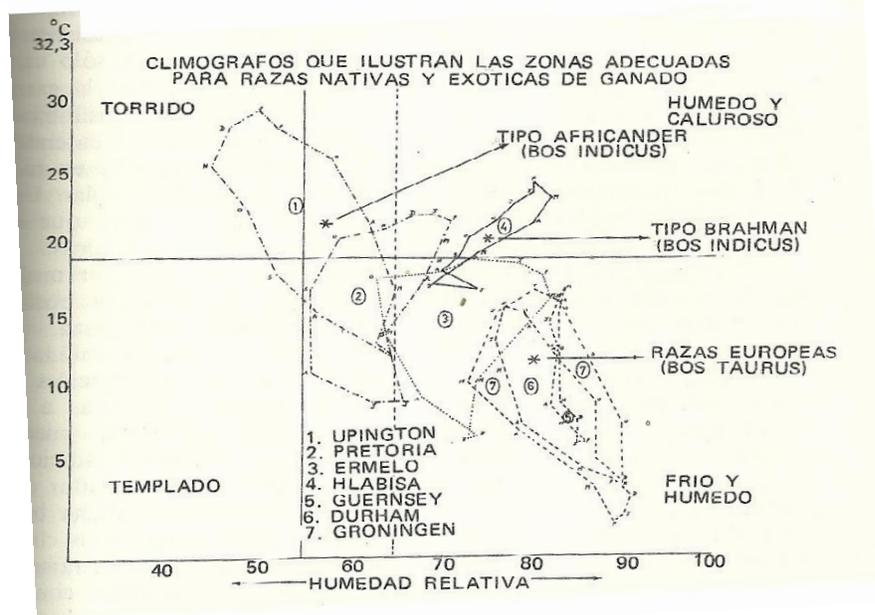


Figura No.2. Ilustración de las zonas adecuadas para razas nativas y exóticas de ganado (Bonsma, 1940).

Según Bonsma (1940) las razas británicas y continentales (*Bos taurus*), evolucionan con estímulos ambientales diferentes que las *Bos indicus*, lo que genera distintas características morfológicas y fisiológicas. Los animales adaptados a las zonas subtropicales se caracterizan por ser resistentes a la radiación intensa, a las altas temperaturas y a los parásitos, además sacan mayor provecho alimenticio en situaciones semiáridas, obteniendo una mejor producción. Estudios de los hábitos de pastoreo y la temperatura ambiente son de gran valor para describir la resistencia de las diferentes razas de vacunos al estrés térmico. Las condiciones ambientales y la eficiencia de regulación térmica influyen sobre la conducta fisiológica de los bovinos que se refleja tanto en hábitos de pastoreo como en las tolerancias al calor según razas, marcando mayor diferencia entre las de origen templado y tropical, aunque también existen diferencias entre razas de un mismo origen (Koger, 1976).

En la Figura No.3 se presenta la diferencia entre los hábitos de pastoreo de distintas razas de vacunos según las condiciones ambientales.

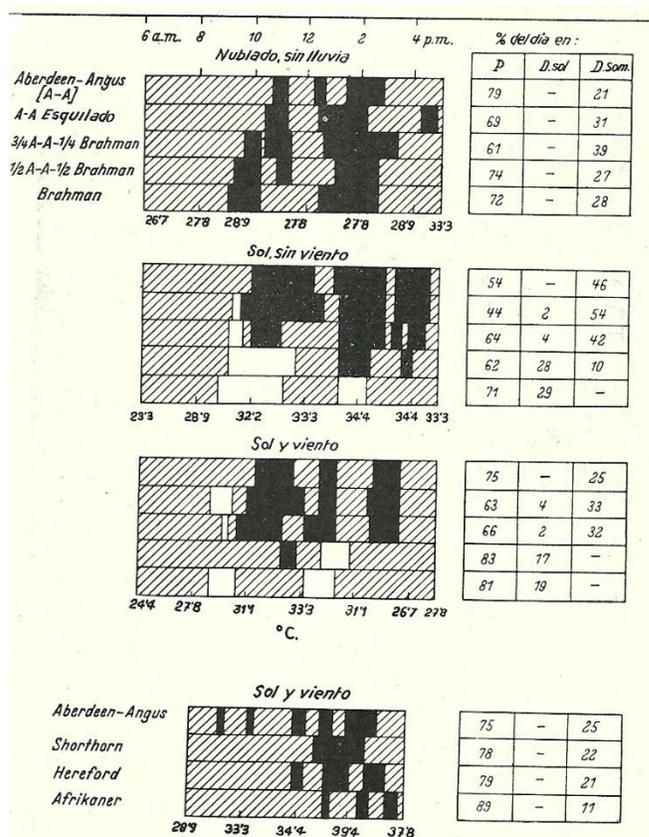


Figura No.3. Comparación de los hábitos de pastoreo de los vacunos en diferentes condiciones climatológicas (Findlay, 1950)

La Figura No.3 muestra la conducta en pastoreo de diferentes razas bovinas en diferentes escenarios climatológicos. Se observa que frente a climas soleados y cálidos la duración del pastoreo varía según las razas, siendo las tropicales quienes permanecen más tiempo pastoreando. También se deduce que el tiempo de pastoreo de una raza pura de países templados con tiempo nublado es mucho mayor que en clima soleado y sin viento.

En condiciones de altas temperaturas los animales generalmente pastan menos durante el día mientras que aumenta su tiempo de pastoreo en la noche. En esta situación los bovinos tienden a descansar durante períodos más cortos y se muestran inquietos, por lo que aumenta la distancia recorrida, el número de veces que el animal bebe, defeca y orina. Estos cambios son menos visibles en genotipos tropicales, como la Afrikander en comparación con los de clima templado como Aberdeen Angus (Hammond, 1959).

2.4.1. Genotipos y adaptación

La utilización de cruzamientos de razas europeas con africanas adaptadas incrementa, a través de la heterosis o vigor híbrido el porcentaje de preñez, la supervivencia de la descendencia cruce, el peso al destete, la producción de leche y la longevidad productiva de la vaca, además de disminuir la edad a la pubertad. Se ha demostrado que la combinación de tres o más razas muestra mayor productividad que las razas de forma individual. Para el caso de cruces con razas africanas además del vigor híbrido hay aporte genético que tiene efecto positivo sobre las cruces para características como tolerancia al calor, longevidad, precocidad sexual, resistencia a insectos, facilidad de engorde, habilidad lechera y adaptación al medio (López, 2002).

En Uruguay trabajos como el de Cruz y Saravia (2008) revelan que el ganado, principalmente en el norte del país durante la época estival sufre de estrés térmico, así surge la necesidad de buscar soluciones a esta problemática. En ese sentido se evalúa la posibilidad de levantar esta limitante a través de la utilización de nuevos recursos genéticos. De esta forma, se introduce la raza Bonsmara, una sintética proveniente de África y se estudia desde 2009 la productividad en cruce con la raza Hereford por ser la más utilizada a nivel comercial en los rodeos uruguayos.

La raza Bonsmara es una sintética consolidada por el cruzamiento de $3/16$ Hereford, $3/16$ Shorton y $5/8$ Afrikander (Bonsma, 1980). Según López (2002), el genotipo Afrikander se encuentra adaptado a las condiciones climáticas de Sudáfrica, por lo cual presenta resistencia a ecto y endoparásitos, tolerancia al calor, gran longevidad, fertilidad y

habilidad materna. Se destaca además por presentar buen temperamento y calidad de carne. Según Bonsma (1980) entre los rasgos asociados a la resistencia se encuentran pelaje corto y claro, piel gruesa e irrigada, mayor secreción de las glándulas sudoríparas y buena movilidad de musculatura subcutánea.

2.5. HIPÓTESIS

Existen diferencias entre las vaquillonas Hereford puras (HH) y las cruza Bonsmara-Hereford (BH) en cuanto a sus indicadores de adaptabilidad en los sistemas productivos en la región Norte del Uruguay.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El ensayo se realizó en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC) que pertenece a la Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay, en el departamento de Paysandú, sobre la Ruta Nacional No.3 General Artigas, Km 363 (32° 20,9' latitud S, 58° 2,2' longitud W).

3.2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL

La EEMAC consta de unas 1000 ha dedicadas a diversas áreas de investigación tales como Bovinos de carne, Bovinos de leche, Ovinos y Lanas, Agricultura y Pasturas. La estación se ubica mayormente sobre la Unidad de suelos San Manuel, donde los suelos predominantes son los Brunosoles Eutricos Típicos y Lúvicos y Solonetz Soldizados Melánicos (URUGUAY. MGAP. DIRENARE. DSA, 2006).

La temperatura del aire de la región durante el período 1961-1990 muestra un promedio anual de 17,9°C, una máxima promedio de 23,8°C y una mínima promedio de 12,2°C. La humedad relativa promedio anual es de 73% y las precipitaciones acumuladas son de 1218 mm anuales (URUGUAY. MDN. DNM, 1996).

3.3. DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

El período experimental abarca los meses de febrero y marzo del año 2013. Durante el mismo se evalúa el comportamiento en pastoreo de 33 vaquillonas de sobreño, 15 de ellas cruza Bonsmara-Hereford (BH) y 18 Hereford puras (HH) contemporáneas, pertenecientes a rodeos de la EEMAC. El potrero utilizado es el No.26 que cuenta con 14 hectáreas de campo natural.

Se evalúa tanto el comportamiento en pastoreo por observación directa como la respuesta fisiológica de ambos genotipos a las condiciones estivales propias del norte del país.

La disponibilidad de forraje se determinó mediante el método de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975). El potrero disponía de 373,6 kg de MS/ha el 28 de enero y 500,2 kg de MS/ha el 15 de febrero y 388,3 kg de MS/ha el 22 de marzo.

El siguiente cuadro muestra los resultados del análisis de materia seca (MS), cenizas (C), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro con amilasa y corregida por cenizas (FDNmo), fibra detergente ácido corregida por cenizas (FDAmo) y extracto etéreo (EE). Los resultados están expresados en base seca.

Cuadro No.2. Composición del forraje en base seca

	MS (%)	C(%)	PC (%)	FDNmo %	FDAmo %	EE%
28/01/2013	93,52	13,07	8,34	67,15	31,79	2,48
15/02/2013	93,15	12,07	6,86	68,85	33,02	3,55
22/03/2013	93,5	13,35	7,74	68,48	31,99	2,61

Fuente: Espasandín.¹

Estos resultados reflejan la baja calidad del forraje en campo natural, tanto por el alto tenor de fibra como por el bajo contenido de proteína cruda. Se evalúa tanto el comportamiento en pastoreo por observación directa como la respuesta fisiológica de ambos genotipos a las condiciones estivales propias del norte de país.

3.3.1. Comportamiento en pastoreo

Las 33 vaquillonas pastorearon durante el experimento el mismo potrero, se identificaron individualmente y en dos ocasiones: el 7 de febrero (momento de entrada) y el 7 de marzo (momento de salida) se seleccionaron 5 vaquillonas pertenecientes a cada genotipo y se observó su comportamiento desde las 7:00 hasta las 21:00, registrando cada 10 minutos la actividad dominante (rumia, pastoreo o descanso) y si el animal se encontraba al sol o a la sombra.

3.3.2. Variables fisiológicas

Durante los meses de febrero y marzo dos veces por semana y en dos momentos del día (de mañana a las 7:30 y de tarde a las 16:00) se midieron: la temperatura rectal (TR) con un termómetro clínico de mercurio de 0,1 de precisión y la frecuencia respiratoria (FR) por apreciación visual del movimiento del flanco en respiraciones por minuto (r.p.m.) en todos los animales.

¹ Espasandín, A. 2013. Com. personal.

3.3.3. Caracterización del ambiente

Los datos que se utilizaron para la caracterización ambiental provienen de la estación automática (Davis Vantage Pro 2, del año 2007) ubicada en el parque Agrometeorológico de la EEMAC. La información es registrada con intervalos de 30 minutos. En base a estos datos se construye el índice de temperatura y humedad (ITH). Este índice se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$ITH = (1,8 Ta + 32) - (0,55 - 0,55 HR/100) (1,8 Ta - 26)$$

Donde Ta: Temperatura del aire (°C)

HR: Humedad del aire (%)

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables estudiadas fueron medidas fisiológicas (TR y FR) y de comportamiento de un grupo homogéneo de vaquillonas de sobreaño Hereford puras y cruza Bonsmara-Hereford. La unidad experimental es cada animal por separado.

El diseño experimental es completamente aleatorizado, los tratamientos (genotipos) se asignaron completamente al azar. Los grupos genéticos fueron las variables de clasificación o independientes y las medidas fueron las variables dependientes.

Para estudiar las variables se utilizaron modelos mixtos que incluyeron efectos fijos de grupos genéticos (Bonsmara-Hereford y Hereford puras), y el animal como aleatorio, usando medidas repetidas en el tiempo. Para el análisis se utilizó el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS (versión 9.2, del año 2009) e InfoStat (versión 2008).

El modelo estadístico utilizado para comportamiento fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + M_m + \varepsilon_{imj}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable en estudio

μ = Media poblacional

τ = Efecto genotipo (Hereford puro y cruza Bonsmara-Hereford)

i = 1 y 2 (Genotipos)

M = Efecto momento

m = entrada y salida

j = repeticiones de cada genotipo (Suponemos que no existe competencia entre animales pastoreando en el mismo potrero, por lo tanto cada animal es una repetición)

ε = Efecto error

Suponemos que no existía competencia entre animales pastoreando en el mismo potrero, por lo tanto cada animal es una repetición.

El modelo estadístico utilizado para medias fisiológicas fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_i + H_h + (\tau \times H)_{ih} + \varepsilon_{ihj}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable en estudio

μ = Media poblacional

τ = Genotipo de la vaquillona (Hereford puro y cruza Bonsmara-Hereford)

i = 1 y 2 (Genotipos)

H = Efecto de la hora

h = am y pm

$(\tau \times H)$ = Efecto de la interacción genotipo por hora

j = repeticiones de cada genotipo (Suponemos que no existe competencia entre animales pastoreando en el mismo potrero, por lo tanto cada animal es una repetición)

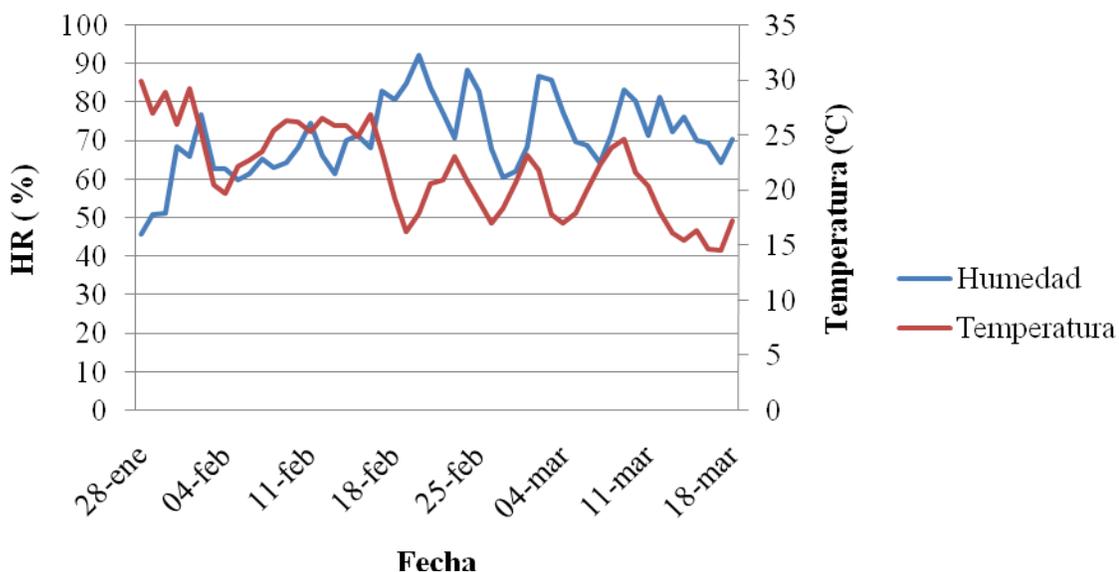
ε = Efecto error

4. RESULTADOS

4.1. SITUACIÓN METEOROLÓGICA

En base a los datos registrados en la Estación Meteorológica Automática de la EEMAC durante el período del experimento se grafican la evolución de la temperatura, humedad relativa e ITH (Figura No.4).

Figura No.4. Evolución de la temperatura (°C) y humedad relativa (%) del aire durante el período experimental (media por día)



Fuente: datos proporcionados por Facultad de Agronomía. EEMAC. Estación Meteorológica Automática

La temperatura media máxima en el período se registró el día 28 de enero (30°C) y la mínima el 17 de marzo (14,5°C). La humedad relativa máxima se observó el 20 de febrero (92%) y la mínima el 28 de enero (46%).

El valor de ITH observado en la región durante los meses de febrero y marzo superó el valor crítico (72) presentándose el máximo el 30 de enero (77,1) y el mínimo el 13 de marzo (60,6) (Figura No.5).

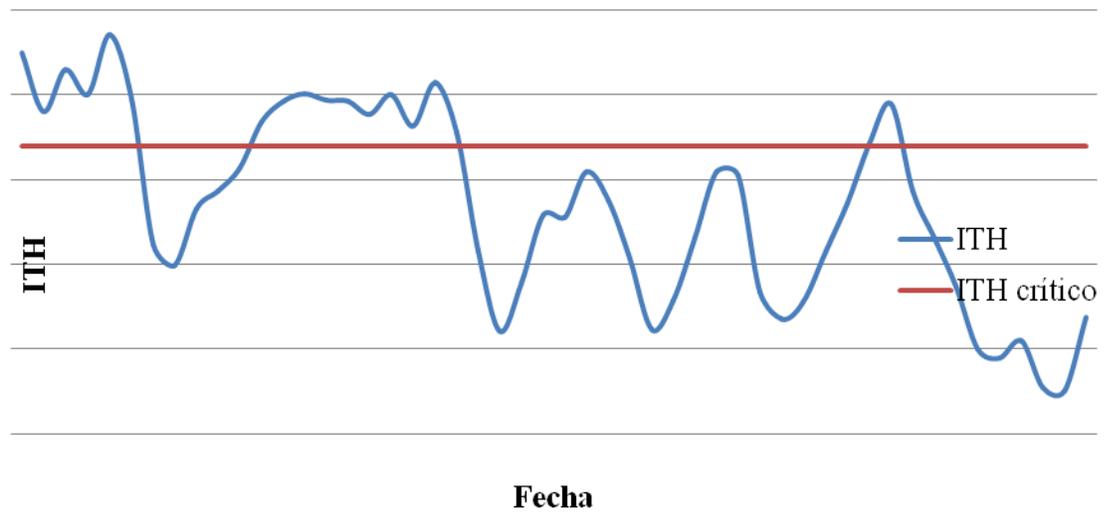


Figura No.5. Evolución del ITH durante el período experimental

El ITH mayor ocurrió el 1° de febrero cuando alcanzó un valor de 78, mientras que el menor se observó el 17 de marzo, presentando un valor de 57,5. De los 49 días que duró el experimento, en un 37% el ITH promedio diario superó el nivel crítico (72).

4.2. CARACTERÍSTICAS DE COMPORTAMIENTO

Se analizó el comportamiento general de todos los animales para identificar si existieron diferencias entre genotipos.

En el Cuadro No.3 se muestran los resultados de pastoreo del efecto genotipo y momento (entrada: 7 de febrero, salida: 7 de marzo) y la interacción de ambos efectos.

Cuadro No.3. Análisis estadístico del tiempo diario destinado a la actividad de pastoreo (minutos)

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Genotipo	1	16	0,92	0,3527
Momento	1	16	2,76	0,1159
Genotipo×Momento	1	16	0,06	0,8043

En base a este análisis se concluye que no existen efectos significativos del genotipo ni del momento sobre el tiempo dedicado al pastoreo. Es decir, que durante el período en estudio tanto las vaquillonas de sobreño Hereford puras como las cruas Bonsmara-Hereford dedicaron el mismo tiempo a la actividad de pastoreo (en promedio 496 minutos/día).

En cuanto al tiempo dedicado a la rumia se presentan los resultados del efecto genotipo y momento (entrada: 7 de febrero, salida: 7 de marzo) y la interacción de ambos efectos en el Cuadro No.4.

Cuadro No.4. Análisis estadístico del tiempo diario dedicado a la rumia

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Genotipo	1	16	0,98	0,3370
Momento	1	16	21,62	0,0003
Genotipo×Momento	1	16	3,95	0,0642

En el Cuadro No.4 se observa que no existen efectos significativos entre los distintos genotipos en cuanto al tiempo dedicado a rumia. Sin embargo, se observan efectos significativos en los momentos (7 de febrero y 7 de marzo). En el siguiente cuadro se detallan las medias del efecto momento.

Cuadro No.5. Medias del efecto momento (minutos)

Efecto	Media	Error estándar
Momento entrada	201,90	12,02
Momento salida	146,00	12,02

En el momento de entrada los animales rumiaron 56 minutos más que en el momento de salida, lo que explica las diferencias significativas de este efecto.

En el siguiente cuadro(Cuadro No.6) se analiza la actividad de descanso tanto al sol como a la sombra de los animales en estudio.

Cuadro No.6. Análisis estadístico del tiempo diario dedicado al descanso

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Genotipo	1	16	4,81	0,0435
Momento	1	16	18,65	0,0005
Genotipo×Momento	1	16	1,95	0,1820

Existen diferencias significativas en el tiempo dedicado al descanso tanto en genotipo como en momento. La diferencia es mayor en el efecto momento.

A continuación se muestran las medias de los efectos que presentan diferencias significativas.

Cuadro No.7. Tiempo dedicado al descanso (minutos; media ±EEM)

Efecto	Media	Error estándar de la media (EEM)
Genotipo HH	141,00	10,64
Genotipo BH	108,00	10,64
Momento entrada	157,00	15,05
Momento salida	91,00	15,05

Se observa que las HH descansaron 33 minutos más por día durante las horas de sol. También se detalla en el cuadro que en el momento de entrada los animales descansaron 66 minutos más que en la salida.

Se analizaron también los minutos que los animales permanecen expuestos al sol o a la sombra (Cuadro No.8).

Cuadro No.8. Análisis estadístico de tiempo de permanencia a la sombra

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Genotipo	1	16	8,73	0,0093
Momento	1	16	4,54	0,0491
Genotipo×Momento	1	16	1,06	0,3181

Los datos del Cuadro No.8 establecen una diferencia significativa tanto en el momento como en el genotipo en cuanto al tiempo de permanencia en la sombra.

Cuadro No.9. Medias de tiempo de permanencia a la sombra (minutos)

Efecto	Media	EEM
Genotipo HH	268,00	20,58
Genotipo BH	182,00	20,58
Momento entrada	256,00	29,11
Momento salida	194,00	29,11

Las vaquillonas HH permanecieron en promedio a la sombra 86 minutos más que las BH. También hubo una marcada diferencia de una hora más de permanencia en la sombra en el momento de entrada.

Cuadro No.10. Análisis estadístico de tiempo de permanencia al sol

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Genotipo	1	16	8,32	0,0108
Momento	1	16	0,75	0,3978
Genotipo×Momento	1	16	1,32	0,2683

En cuanto al tiempo que los animales se encontraron al sol, se observan diferencias significativas en el efecto genotipo.

Cuadro No.11. Tiempo de permanencia al sol (minutos; media± EEM)

Efecto	Media	EEM
Genotipo HH	527,00	20,35
Genotipo BH	610,00	20,35

En el Cuadro No.11 se muestra que las vaquillonas cruzas BH permanecieron en promedio al sol durante 83 minutos más que sus contemporáneas puras.

4.3. RESPUESTAS FISIOLÓGICAS

Para realizar el análisis se seleccionaron las características consideradas de mayor relevancia por ser indicadoras de estrés térmico y determinar de manera adecuada el estado del animal. Las características analizadas fueron temperatura rectal (TR) y frecuencia respiratoria (FR) en los días previos a las evaluaciones de comportamiento durante la mañana (am) y la tarde (pm), que se consideran en el modelo como la variable de clasificación “hora”.

Cuadro No.12. Análisis de varianza de frecuencia respiratoria

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	18137,61	6	3022,94	38,86	<0,0001
Momento	74,71	1	74,71	0,96	0,3280
Genotipo	1481,71	1	1481,71	19,05	<0,0001
Hora	8670,73	1	8670,73	111,47	<0,0001
Momento×Genotipo	33,98	1	33,98	0,44	0,5092
Genotipo×Hora	1269,40	1	1269,70	16,32	0,0001
Error	19990,37	257	77,78		
Total	38127,98	263			

En cuanto a la frecuencia respiratoria no se observan efectos significativos en los momentos de entrada y salida, ni en la interacción genotipo×momento. La mayor diferencia significativa observada para esta variable es genotipo y hora, y su interacción.

Cuadro No.13. .Frecuencia respiratoria (r.p.m.; medias \pm EEM) de las vaquillonas según genotipo (Bonsmara-Hereford BH y Hereford puras HH)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,39168

Error: 77,7835 gl: 257

Genotipo	Medias	N	EE	
HH	38	192	0,64	A
BH	33	72	1,04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Las vaquillonas HH presentaron una mayor frecuencia respiratoria respecto a las cruza, con una superioridad de 5 r.p.m.

Cuadro No. 14. .Frecuencia respiratoria (r.p.m.; medias \pm EEM) de las vaquillonas según genotipo (Bonsmara-Hereford BH y Hereford puras HH)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,13033

Error: 77,7835 gl: 257

Hora	Medias	N	EEM	
Pm	42	132	0,86	A
Am	29	132	1,04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En el Cuadro No.14 se observa diferencia significativa que refleja mayor frecuencia respiratoria durante la tarde.

Cuadro No.15. Frecuencia respiratoria (r.p.m.; media \pm EEM) de las vaquillonas en la interacción genotipo \times hora

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,43551

Error: 77,7835 gl: 257

Genotipo	Hora	Medias	N	EEM	
HH	Pm	47	96	0,90	A
BH	Pm	37	36	1,47	B
HH	Am	29	96	0,90	C
BH	Am	29	36	1,47	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Se observa que existe efecto significativo de la hora del día(pm y am) para los dos genotipos y su vez durante la tarde también se observa diferencia entre genotipos.

A continuación se muestran los resultados del análisis de varianza con los distintos efectos sobre la variable temperatura rectal (Cuadro No.16).

Cuadro No.16. Análisis de varianza de temperatura rectal

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	33,23	6	5,54	76,60	<0,0001
Momento	4,43	1	4,34	60,01	<0,0001
Genotipo	0,87	1	0,87	12,08	0,0006
Hora	19,56	1	19,56	270,49	<0,0001
Momento×Raza	0,05	1	0,05	0,72	0,3959
Raza×Hora	0,21	1	0,21	2,96	0,0867
Error	18,58	257	0,07		
Total	51,81	263			

Existe efecto significativo para temperatura rectal en momento, raza y hora. Sin embargo no se observan diferencias en las interacciones de los factores. En el momento de entrada se observó mayor temperatura rectal respecto a la salida. En cuanto a los genotipos, las HH presentaron mayor temperatura rectal. Durante la tarde (pm) todas las vaquillonas presentaron mayor temperatura.

A modo de resumen se presentan los Cuadros No. 17 y 18 de características fisiológicas para los momentos de entrada y salida respectivamente

Cuadro No.17. Medias de características fisiológicas para el momento entrada

	Frecuencia Respiratoria (r.p.m.)		Temperatura rectal (°C)	
BH	am: 27,78 (C)	pm: 37,89 (B)	am: 38,73 (C)	pm: 39,20 (B)
HH	am: 30,00 (C)	pm: 47,92 (A)	am: 38,74 (C)	pm: 39,38 (A)

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cuadro No.18. Medias de características fisiológicas para el momento salida

	Frecuencia Respiratoria		Temperatura rectal	
BH	am: 29,56 (BC)	pm: 35,33 (B)	am: 38,33 (B)	pm: 38,96 (A)
HH	am: 28,13 (C)	pm: 45,79 (A)	am: 38,45 (B)	pm: 39,16 (A)

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

5. DISCUSIÓN

Durante el periodo experimental, las condiciones climáticas fueron semejantes a las históricas, es decir, fueron normales para esa época. Se presentaron temperaturas medias de 22,7°C y 19,1°C para febrero y marzo respectivamente, siendo las históricas de 23,7°C para febrero y 21,6°C para marzo según las normales climatológicas (URUGUAY. MDN. DNM,1996).

Johnson et al. (1961) definió como crítico a un valor de ITH de 72 para vacas lecheras (Holando) en lactación bajo condiciones controladas. Teniendo en cuenta este índice, se observa que las vaquillonas transitaron período de estrés térmico (ITH mayor a 72) fundamentalmente en la primera mitad del período experimental. En los días previos a las determinaciones de comportamiento, los valores de ITH promediaron 70 y 63,5 para entrada y salida, respectivamente. Sin embargo, se observa que las vaquillonas HH presentaron una frecuencia respiratoria con un promedio de 46,9 r.p.m., superando las 40 r.p.m. definidas por Thomas y Pearson (1986) como indicadoras de manifestaciones bajas en los síntomas de estrés calórico. Por su parte, las vaquillonas BH con una media de 36,6 r.p.m. no presentaron durante la tarde frecuencias respiratorias indicadora de estrés térmico.

Como demostró Brosh et al. (1998) la radiación solar tiene un impacto directo en el aumento de la carga calórica de los animales y por lo tanto en la temperatura rectal y la frecuencia respiratoria, por lo que es normal observar que ambas variables se incrementan durante la tarde. Esta respuesta en los animales ocurre como consecuencia de un aumento en la temperatura del aire, para aumentar las pérdidas de calor por las vías respiratorias Gaughan et al. (2000). En este estudio esto se observan estos resultados en los Cuadros No.17 y 18 donde se observan diferencias significativas entre genotipos, siendo el genotipo HH el que aumenta más su frecuencia respiratoria, como consecuencia de su mayor sensibilidad a las altas temperaturas.

Resultados similares fueron publicados por Findlay (1950) quien al comparar los hábitos de pastoreo de las razas Hereford y Afrikander, observó diferencias en el tiempo de descanso a la sombra, siendo mayor en el genotipo británico (Figura No. 3).

Harris et al. (2002) señalan que ante temperaturas superiores a las definidas en el rango de confort, ocurre una reducción del pastoreo en los momentos de mayor radiación. Sin embargo, no concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo dado que no se observaron diferencias significativas en el tiempo dedicado al pastoreo en los diferentes

momentos (entrada y salida) del experimento. Esto puede adjudicarse al bajo número de repeticiones o a la falta de comparación entre épocas contrastantes.

Como afirma Bonsma (1940), las razas de diferentes orígenes evolucionan según los estímulos ambientales, generando diferentes capacidades de adaptabilidad de los animales. En este sentido, las razas sudafricanas muestran un mejor comportamiento ante situaciones de estrés térmico en relación a lo observado para los biotipos europeos. En coincidencia con este trabajo, vaquillonas cruza BH muestran diferencias significativas, permaneciendo mayor tiempo al sol (min/día) respecto a las HH, reflejando diferentes resistencias ante altas radiaciones y temperaturas.

Koger et al. (1976) sostienen que las razas de origen templado y tropical (Afrikander) presentan marcadas diferencias tanto en hábitos de pastoreo como en tolerancia al calor. Este hecho se vio reflejado en los resultados experimentales dadas las diferencias significativas entre genotipos, tanto en características fisiológicas (temperatura rectal y frecuencia respiratoria) como en las de comportamiento (descanso y tiempo de permanencia en sol y sombra). Estos datos también concuerdan con lo afirmado por Conrad (1985), quien sostiene que para sobrellevar los periodos desfavorables, los animales realizan modificaciones fisiológicas y de comportamiento.

6. CONCLUSIONES

Durante el período en estudio ocurren condiciones ambientales que generan estrés calórico en los animales. Los distintos genotipos responden de diferente manera a estos estímulos, confiriéndole sus grados de adaptabilidad. Esto determina que la hipótesis planteada se acepte ya que existen diferencias significativas entre las vaquillonas de sobreaño Hereford puras y las cruzas Bonsmara- Hereford en cuanto a su comportamiento (tiempo dedicado a las distintas actividades), el tiempo de permanencia al sol y sombra y en las respuestas fisiológicas.

Las diferencias observadas muestran que las cruzas presentan mejor desempeño en un ambiente representativo del norte del país, por lo cual podría plantearse como una nueva alternativa para disminuir esta problemática en los sistemas ganaderos de la región.

Resulta fundamental continuar estudiando sobre este nuevo genotipo, ya que falta información en varios aspectos. Cabe destacar que en el experimento no se evalúa el comportamiento nocturno, variable que se podría tener en cuenta para una próxima evaluación.

7. RESUMEN

En Uruguay el sector pecuario representa gran parte de la economía. Dado que esta producción principalmente se realiza en el norte del país, en pastoreo de campo natural, los animales se enfrentan a condiciones climáticas adversas, afectando de manera negativa la productividad de los rodeos. Se buscan nuevas alternativas para contrarrestar esta situación mediante la utilización de genética animal y medidas de manejos adecuadas. Ante esta situación, se analiza una nueva alternativa introduciendo nuevo material genético para enfrentar el problema. Este trabajo tiene como objetivo estudiar respuestas fisiológicas y el comportamiento pastoril de vaquillonas de sobre año cruza Bonsmara-Hereford (BH) y Hereford puras (HH) como indicadores de adaptabilidad en los sistemas productivos de la región norte del Uruguay. El estudio se realizó en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, en el departamento de Paysandú, Ruta Nacional No. 3, Km 363. El ensayo se llevó a cabo con 33 vaquillonas, 15 de ellas BH y 18 HH, durante los meses de febrero y marzo del año 2013. Se tomaron medidas de respuestas fisiológicas (frecuencia respiratoria y temperatura rectal) y de comportamiento (tiempo de pastoreo, rumia y descanso y permanencia al sol y a la sombra). Las variables fisiológicas se midieron todas las semanas, dos veces por semana, dos veces por día, mientras que las de comportamiento se realizaron dos veces en todo el período. Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas entre genotipos para tiempo de descanso y permanencia al sol y sombra en cuanto a comportamiento, y en ambas variables fisiológicas. Todas reflejan una mayor capacidad de adaptabilidad de las cruza BH respecto a las HH. Estos resultados muestran la posibilidad de una nueva alternativa, con la incorporación de la raza Bonsmara, por su mejor comportamiento ante situaciones adversas típicas del norte del país. Se considera importante continuar con el estudio de este genotipo para obtener más información sobre su desempeño y productividad en los sistemas de producción de Uruguay.

Palabras clave: Adaptabilidad; Bonsmara-Hereford; Estrés calórico; Bovino de carne.

8. SUMMARY

In Uruguay the livestock sector contribute for much of the economy. As this production is carried out mainly in the north, on natural pastures, animals face adverse weather conditions, negatively affecting cattle productivity. New ways to counter this by using animal genetics and management measures are sought. In this situation, a new alternative is analyzed by introducing new genetic material to address the problem. This work has as objective to study physiological responses and behavior pastoral between crossbreedings Bonsmara-Hereford heifers (BH) and purebreedings Hereford (HH) as indicators of adaptability in production systems in the north region of Uruguay. The study is conducted at the Experimental Station Mario A. Cassinoni in Paysandú, National Route 3, Km 363. The test is carried out with 33 heifers, 15 Bonsmara-Hereford and 18 Hereford, during February and March of 2013. Measures of physiological responses (respiration rate and rectal temperature) and behavioral (grazing time, rumination and rest and stay in the sun and shade) are taken during that period. The physiological variables were measured every week, twice a week, twice a day, while the behavioral twice throughout the period. The results show significant differences between genotypes for time to rest and stay sun in behavior, and both physiological variables. All reflect greater adaptability capacity of BH regarding HH. These results show the possibility of a new alternative, with the addition of Bonsmara breed because of best performance under adverse conditions typical of the north. An important consideration is to continue the study of this breed for more information on their performance and productivity in production systems of Uruguay.

Keywords: Adaptability; Crossbreedings Bonsmara-Hereford; Heat stress; Beef cattle.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. BAILEY, D.; GROSS, J.; LACA, E.; RITTENHOUSE, L.; COUGHENOUR, M.; SWIFT, D.; SIMS, P. 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Management*. 49: 386-400.
2. BALLING, R. 1980. An assessment of the impact of weather conditions on feedlot cattle performance. Lincoln, NE, University of Nebraska. Center for Agricultural Meteorology and Climatology. s.p. (CAMaC Progress report 80-3).
3. BEEDE, D.; COLLIER, R. 1986. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *Journal of Animal Science*. 62: 543-554.
4. BLACKSHAW, J.; BLACKSHAW, A. 1994. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior; a review. *Australian Journal Experimental Agriculture*. 34: 285-295.
5. BONSMAN, J. 1940. The influence of climatological factors on cattle; observations on cattle in tropical regions. *Journal Farming in South Africa*. 15:7.
6. _____. 1980. *Livestock production: a global approach*. s.l., Tafelberg. 201 p.
7. BROSH, A.; COL, B. A.; WRIGHT, D. 1998. Effects of solar radiation dietary energy, and time of feeding on thermo-regulatory responses and energy balance in cattle. s. n. t. s. p.
8. CHRISTISON, G.; JOHNSON, H. 1972. Cortisol turnover in heat-stressed cows. *Journal of Animal Science*. 35: 1005-1010.

9. CONRAD, J. 1985. Feeding of farm animals in hot and cold environments. In: Yousef, M. K. ed. Stress physiology in livestock. Boca Raton, FL, CRC. pp. 205-226.

10. CRUZ, G.; SARAVIA, C. 2008. Un índice de temperatura y humedad del aire para regionalizar la producción lechera en Uruguay. *Agrociencia* (Montevideo). 12: 56-60.

11. du PREEZ, J.; GIESECKE, W.; HATTINGH, P. 1990. Heat stress in dairy cattle and other livestock under Southern African conditions. I. Temperature-humidity Index mean values during the four main seasons. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 57: 77-86.

12. ESPASANDÍN, A.; ÁLVAREZ, M.; BATISTA, P.; TALLAUD, M.; GÓMEZ, P.; TECCO, N.; BENÍTEZ, I.; VAN EEDEN, J. 2011. Bonsmara; ¿una nueva alternativa para el norte del país? Nota técnica. (en línea). *Cangüé*. no. 31: 39-40. Consultado 20 ago. 2014. Disponible en <http://www.eemac.edu.uy/publicaciones/revista-canguue>

13. FINCH, V. 1986. Body temperature in beef cattle; its control and relevance to production in the tropics. *Journal of Animal Science*. 62: 531-542.

14. FINDLAY, J. D. 1950. The effects of temperature, air movement and solar radiation on the behavior and physiology of cattle and other farm animals. Kirkhilt, Ayr. Scotland, The Hannah Dairy Research Institute. s.p.

15. GAUGHAN, J.; MADER, T.; HOLT, S.; JOSEY, M.; ROWAN, K. 1999. Heat tolerance of Boran and Tuli crossbred steers. *Journal of Animal Science*. 77: 2398-2405.

16. _____. HOLT, S.; HAHN, G.; MADER, T.; EIGENBERG, R. 2000. Respiration rate-is it a good measure of heat stress in cattle? *Asian-Australian Journal Animal Science*. 13: 329-332.

17. _____.; TAIT, L. 2005. Effectiveness of evaporative cooling of beef cattle housed in confinement. In: *International Symposium Livestock*

Environment (7th., 2005, Beijing, China). Proceedings. Wageningen, The Netherlands, Academic Publishers. pp. 105-114.

18. HABEEB, A.; MARAI, I.; KAMAL, T. 1992. Heat stress. In: Phillips, C.; Piggins, D. eds. Farm animals and the environment. Wallingford, UK, CABI. pp. 27-47.
19. HAFEZ, E. 1968. Behavioral adaptation. In: Hafez, E.S.E. ed. Adaptation of domestic animals. Philadelphia, Lea and Febiger. pp. 202-214.
20. HAHN, G.; MADER, T.; EIGENBERG, R. 2003. Perspectives on development of thermal indices for animal studies and management. In: Symposium Interactions Between Climate and Animal Production (2003, El Cairo, Egipto). Proceedings. Wageningen, The Netherlands, Academic Publishers. pp. 31-44 (EAAP Technical series no. 7).
21. HAMMOND, J. 1959. Avances de fisiología zootécnica. Zaragoza, Acribia. cap. 2, pp. 693-694.
22. HARRIS, N.; JOHNSON, D.; GEORGE, M. MCDUGALD, N. 2002. The effect of topography, vegetation, and weather on cattle distribution at the San Joaquin Experimental Range, California. USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR-184. s.p.
23. HAYDOCK, K.; SHAW, N. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 15: 663-670.
24. JOHNSON, H.; KIBLER, H.; RAGSDALE, A.; BERRY, I.; SHANKLIN, M. 1961. Role of heat tolerance and production level in response of lactating Holsteins to various temperature-humidity conditions. Journal of Dairy Science. 44:1191.
25. JOHNSON, H.; VANJONACK, W. 1976. Effects of environmental and the other stressors on blood hormone patterns in lactating animals. Journal of Dairy Science. 59 (9). 1063-1617.

26. KHALIFA, H. 2003. Bioclimatology and adaptation of farm animals in a changing climate. In: Symposium Interactions Between Climate and Animal Production (2003, El Cairo, Egipto). Proceedings. Wageningen, The Netherlands, Academic Publishers. pp. 15-29 (EAAP Technical series no. 7).
27. KOGER, M.; CUNHA, T.; WARNICK, A. 1976. Cruzamientos en ganado vacuno de carne. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 435-447.
28. LÓPEZ, D. 2002. Genética y reproducción. Razas bovinas africanas, nueva herramienta genética para aumentar la producción de carne en el trópico y subtropical. (en línea). Buenos Aires, AR, s.e. s.p. Consultado 14 ago. 2014. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/genetica/articulos/razas-bovinas-africanas-nueva-t169/103-p0.htm>
29. MAGDUB, A.; JOHNSON, H.; BELYEA, R. 1982. Effect of environment heat and dietary fiber on thyroid physiology of the lactating cows. *International Journal of Biometeorology*. 25: 2323-2329.
30. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1981. Effect of environment on nutrient requirement of domestic animals. Washington, D. C., National Academy Press. s. p.
31. _____. 2000. Nutrient requirements of beef cattle. 7th rev. ed. Washington, D. C., National Academy Press. 232 p.
32. NIENABER, J.; HAHN, G.; BROWN-BRANDL, T.; EIGENBERG, R. 2003. Heat stress climatic conditions and the physiological responses of cattle. In: Conference International Dairy Housing (5th, 2003, Fort Worth, TX). Proceedings. Fort Worth, TX, USA. pp. 255-262 (ASAE publication no. 701P0203).
33. RICHARDS, S. 1973. Temperature regulation. London, UK, Wykeham. 212 p.

34. ROCA, A. 2011. Efecto del estrés calórico en el bienestar animal, una revisión en tiempo de cambio climático. *Revista Espamciencia (Ecuador)*. 2: 15-25.
35. ST-PIERRE, N.; COBANOV, R.; SCHNITKEY, G. 2003. Economic losses from heat stress by US livestock industries. *Journal of Dairy Science*. 86: E52 – E77.
36. SCARLATO, S.; SOCA, P. 2012. El proceso de pastoreo en el ecosistema pastoril. Paysandú, Facultad de Agronomía. 9 p.
37. SILANIKOVE, N. 2000. The physiological basis of adaptation of goats to scarcity of food and water in harsh environments. *Small Ruminants*. 35: 181-193.
38. SIMEONE, A. 2000. Producción intensiva de carne (II). *Revista FUCREA*. 205: 16-19.
39. STANDING COMMITTEE ON AGRICULTURE (SCA). 2007. Feeding standards for Australian livestock. Melbourne, CSIRO. 296 p.
40. STOTT, G. 1981. What is animal stress and how is it measured? *Journal of Animal Science*. 52: 150-153.
41. THOM, E. 1959. The discomfort index. *Weatherwise*. 12: 57-59.
42. THOMAS, C.; PEARSON, R. 1986. Effects of ambient temperature and head cooling on energy expenditure, food intake and heat tolerance of Brahman and Brahman x Friesian cattle working on treadmills. *Animal Production*. 43: 83-90.
43. URUGUAY. MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. DIRECCIÓN NACIONAL DE METEOROLOGÍA. 1996. Estadística climatológica 1961-1990. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 19 ago. 2014. Disponible en <http://www.meteorologia.com.uy>

44. _____. _____. _____. 2013. Estadística climatológica 1961-1990. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 19 ago. 2014. Disponible en <http://www.meteorologia.com.uy>
45. _____. MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2013. Anuario estadístico agropecuario. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 11 ago. 2014. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,754,O,S,0,MNU;E;27;9;MNU;>
46. _____. _____. DIRECCIÓN DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. DIVISIÓN DE SUELOS Y AGUAS. 2006. Compendio actualizado de información de suelos del Uruguay. Montevideo. Escala 1: 1000000. 1 disco compacto.
47. WEST, J.; MULLINIX, G.; BERNARD, J. 2003. Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating cows. *Journal of Dairy Science*. 86: 232-242.